

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-223374

(43)Date of publication of application : 09.08.2002

(51)Int.Cl.

H04N 5/21

H04N 7/24

(21)Application number : 2000-
179341

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing :

15.06.2000

(72)Inventor : KONDO TETSUJIRO

SHIRAKI JUICHI

NOIDE YASUSHI

SHINMYO KATSUNAO

(54) DEVICE AND METHOD FOR REMOVING NOISE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a noise removing method for excellently removing a noise even concerning a mobile part while making the best use of a merit in a noise removal ability with respect to a still part in a motion adaptive recursive filter.

SOLUTION: The motion adaptive recursive filter 11 is used as a first noise removing part. As a second noise removing part, a-class classification adaptive removing circuit 12 is used, which extracts the pixel of each frame at the same position between multiple frames, classifies the noise components of the pixels

into classes based on the inter-frame change of the pixels and generates an output picture signal obtained by removing the noise component from an input picture signal by an arithmetic processing which is previously set in accordance with the classified classes. An output selection part 13 decides the movement of the picture by prescribed number-pixel unit, selects one of the output picture signals of the first and the second noise removing parts in accordance with the decision result and outputs it.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.02.2007

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The picture signal which has the frame memory which memorizes a picture signal and is memorized by said frame memory, By adding by performing weighting according to **** of the image according an input picture signal to said input picture signal, and rewriting the picture signal of said frame memory with the addition output Between multiple frames with the 1st noise rejection section which generates the 1st output picture signal with which the noise was removed as said addition output By data processing which extracts the pixel to which it corresponds on an image, carries out the class classification of the noise component of said pixel based on an inter-frame change of those pixels, and is beforehand set up corresponding to the classified class Per the 2nd noise rejection section which generates the 2nd output picture signal with which the noise component was removed from said input picture signal, and pixel of a predetermined number Noise rejection equipment which judges **** of an image and is characterized by having the output selection section which chooses and outputs one output picture signal of said 1st output picture signal and said 2nd output picture signal per pixel of said predetermined number according to the judgment result.

[Claim 2] Said output selection section is noise-rejection equipment according to claim 1 with which the pixel of said predetermined number is characterized by to have the stationary part of an image, the judgment section which moves and judges a part, and the selection section which chooses and outputs said 1st output picture signal about the pixel of a stationary part based on the judgment result of said judgment section, and chooses and outputs said 2nd output picture signal about the pixel of a motion part.

[Claim 3] said judgment section -- every pixel of said predetermined number -- the difference of said 1st output picture signal and said 2nd output picture signal - the difference which computes a value -- with the value calculation section said difference -- the comparison result of the absolute value of a value, and the threshold set up beforehand -- being based -- said difference, when the absolute

value of a value is said more than threshold the decision value which shows that it is the pixel of said motion part -- outputting -- said difference -- the noise rejection equipment according to claim 2 characterized by having the comparator which outputs the decision value which shows that it is the pixel of a stationary part when the absolute value of a value is smaller than said threshold.

[Claim 4] The motion judging section in which said 1st noise rejection section performs static/dynamic detection of the image by said input picture signal, The weighting section which carries out weighting to said input picture signal and the picture signal memorized by said frame memory according to the static/dynamic detection in said motion judging section, It is noise rejection equipment according to claim 1 which has an adder unit adding said input picture signal by which weighting was carried out and picture signal from said frame memory, and is characterized by rewriting the picture signal of said frame memory from said adder unit to a picture signal.

[Claim 5] The motion information derivation section which said 2nd noise rejection section moves about the attention pixel in the image by said input picture signal, and derives information, The class tap extract section which extracts two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel as a class tap about a multiple frame using said motion information drawn in said motion information derivation section, The class classification section which carries out the class classification of the noise component about said attention pixel based on the description of said class tap extracted in said class tap extract section, Based on the class classified according to said class classification section, data processing corresponding to the class concerned is defined. By the defined data processing Noise rejection equipment according to claim 1 characterized by having the data-processing section which generates the picture signal which removed the noise component about said attention pixel.

[Claim 6] The description of said class tap used in said class classification section is noise rejection equipment according to claim 5 characterized by being noise component distribution of two or more of said pixels as said class tap.

[Claim 7] Noise rejection equipment according to claim 5 characterized by generating the picture signal which removed the noise component about said attention pixel by performing the operation of the pixel value of two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel, and the operation multiplier about said two or more pixels beforehand set up according to the class classified in said class classification section in said data-processing section.

[Claim 8] Said operation multiplier used in said data-processing section according to each of two or more classes by which a classification division is carried out in said class classification section The process which extracts an attention pixel from teacher image data with few noises than said input picture signal, The process which moves about said attention pixel and derives information from the student image data which has a noise equivalent to said input picture signal, The process which extracts two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel from said student image data of a multiple frame as a class tap according to said motion information drawn about said attention pixel, The process which carries out the class classification of the noise component about said attention pixel based on the description of said class tap, Corresponding to said class by which the class classification was carried out, were extracted from said student image data as a prediction tap. About the pixel containing two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel extracted as a class tap at least Noise rejection equipment according to claim 7 characterized by computing as said prediction coefficient according to the process which derives the prediction coefficient for generating an output picture signal homogeneous as said teacher image data from said student image data.

[Claim 9] By adding by performing weighting according to **** of the image according the picture signal memorized by the frame memory and an input picture signal to said input picture signal, and rewriting the picture signal of said frame memory with the addition output As the 1st noise rejection process which generates the 1st output picture signal with which the noise was removed as said addition output, said 1st noise rejection process, and processing of juxtaposition,

between multiple frames By data processing which extracts the pixel to which it corresponds on an image, carries out the class classification of the noise component of said pixel based on an inter-frame change of those pixels, and is beforehand set up corresponding to the classified class Per the 2nd noise rejection process which generates the 2nd output picture signal with which the noise component was removed from said input picture signal, and pixel of a predetermined number The noise rejection approach which judges **** of an image and is characterized by having the output selection process which chooses and outputs one output picture signal of said 1st output picture signal and said 2nd output picture signal per pixel of said predetermined number according to the judgment result.

[Claim 10] Said output selection process is the noise-rejection approach according to claim 9 that the pixel of said predetermined number is characterized by to have the stationary part of an image, the judgment process which moves and judges a part, and the selection process which chooses and outputs said 1st output picture signal about the pixel of a stationary part based on the judgment result in said judgment process, and chooses and outputs said 2nd output picture signal about the pixel of a motion part.

[Claim 11] said judgment process -- every pixel of said predetermined number -- the difference of said 1st output picture signal and said 2nd output picture signal - the difference which computes a value -- with a value calculation process said difference -- said difference computed at the value calculation process -- the comparison result of the absolute value of a value, and the threshold set up beforehand -- being based -- said difference, when the absolute value of a value is said more than threshold the decision value which shows that it is the pixel of said motion part -- outputting -- said difference -- the noise rejection approach according to claim 9 characterized by having the comparison process which outputs the decision value which shows that it is the pixel of a stationary part when the absolute value of a value is smaller than said threshold.

[Claim 12] The motion judging process of performing static/dynamic detection of

the image according [said 1st noise rejection process] to said input picture signal, The weighting process which carries out weighting to said input picture signal and the picture signal memorized by said frame memory according to the static/dynamic detection in said motion judging process, It is the noise rejection approach according to claim 9 which has an addition process adding said input picture signal by which weighting was carried out and picture signal from said frame memory, and is characterized by rewriting the picture signal of said frame memory from said addition process to a pixel signal.

[Claim 13] The motion information derivation process which said 2nd noise rejection process moves about the attention pixel in the image by said input picture signal, and derives information, The class tap extract process of extracting two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel as a class tap about a multiple frame using said motion information drawn at said motion information derivation process, The class classification procedure which carries out the class classification of the noise component about said attention pixel based on the description of said class tap extracted at said class tap extract process, Based on the class classified according to said class classification procedure, data processing corresponding to the class concerned is defined. By the defined data processing The noise rejection approach according to claim 9 characterized by having the data-processing process which generates the picture signal which removed the noise component about said attention pixel.

[Claim 14] The description of said class tap used by said class classification procedure is the noise rejection approach according to claim 13 characterized by being noise component distribution of two or more of said pixels as said class tap.

[Claim 15] The noise rejection approach according to claim 13 characterized by generating the picture signal which removed the noise component about said attention pixel by performing the operation of the pixel value of two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel, and the operation multiplier about said two or more pixels beforehand set up according to the class classified according to said class classification procedure at said data-processing process.

[Claim 16] Said operation multiplier according to each of two or more classes by which a classification division is carried out by said class classification procedure The process which extracts an attention pixel from teacher image data with few noises than said input picture signal, The process which moves about said attention pixel and derives information from the student image data which has a noise equivalent to said input picture signal, The process which extracts two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel from said student image data of a multiple frame as a class tap according to said motion information drawn about said attention pixel, The process which carries out the class classification of the noise component about said attention pixel based on the description of said class tap, Said class by which the class classification was carried out corresponded, and were extracted from said student image data as a prediction tap. About the pixel containing two or more pixels of the location corresponding to said attention pixel extracted as a class tap at least The noise rejection approach according to claim 15 characterized by computing as said prediction coefficient according to the process which derives the prediction coefficient for generating an output picture signal homogeneous as said teacher image data from said student image data.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the noise rejection equipment and the noise rejection approach of removing the noise of a picture signal.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to remove a noise from a picture signal, the lost-motion ecad recursive call filter is used conventionally. An example of the

configuration of this motion-ecad recursive call filter is shown in drawing 7 .

[0003] An input picture signal is supplied to an adder circuit 2 through the amplifier 1 which performs amplitude adjustment for every pixel. The output picture signal of the frame in front of one (henceforth a front frame) is memorized by the frame memory 2 rather than the frame (frame at present about an output picture signal (henceforth the present frame)) at present. The picture signal memorized by this frame memory 2 is read one by one for every pixel corresponding to each pixel location of an input picture signal, and is supplied to an adder circuit 2 through the amplifier 4 which performs amplitude adjustment.

[0004] An adder circuit 2 is supplied to a frame memory 3 while it adds the pixel of the present frame which led amplifier 2 and amplifier 4, and a front frame and outputs the addition output as an output picture signal. That storage picture signal is rewritten by the output picture signal of this addition output in a frame memory 3.

[0005] The input picture signal of the present frame is supplied to a subtractor circuit 5 for every pixel again. Moreover, the picture signal of the front frame memorized by the frame memory 3 is read one by one for every pixel corresponding to each pixel location of an input picture signal, and is supplied to a subtractor circuit 5. Therefore, the difference of the pixel value of the present frame of the same pixel location on an image and the pixel value of a front frame is obtained from a subtractor circuit 5.

[0006] After the difference partial output from this subtractor circuit 5 is supplied to the absolute value-ized circuit 6 and changed into an absolute value, it is supplied to the threshold processing circuit 7. the pixel supplied to this in the threshold processing circuit 7 -- the threshold beforehand determined as the absolute value of difference is compared, it moves for every pixel, and static/dynamic detection of a part and a stationary part is performed. namely, -- the threshold processing circuit 7 -- a pixel -- time the absolute value of difference is smaller than a threshold -- an input pixel -- a stationary part -- judging -- a pixel -- when the absolute value of difference is larger than a

threshold, an input pixel is judged to be a motion part.

[0007] The static/dynamic detection result in the threshold processing circuit 7 is supplied to the weighting-factor generating circuit 8. The weighting-factor generating circuit 8 supplies multiplier $1-k$ to amplifier 4 while it sets up the value of weighting-factor k ($0 \leq k \leq 1$) and supplies a multiplier k to amplifier 1 according to the static/dynamic detection result in the threshold processing circuit 7. $1-k$ Amplifier 1 k Doubles the input signal, and amplifier 4 doubles the input signal.

[0008] In this case, when the pixel of the present frame is judged to be quiescence, the fixed value between $k=0-0.5$ is set up as a value of a multiplier k in the threshold processing circuit 7. Therefore, let the output of an adder circuit 2 be the value by which weighting addition of the pixel value of the present frame and the pixel value of the front frame from a frame memory 3 was carried out.

[0009] On the other hand, when the pixel of the present frame moves by the threshold processing circuit 7 and it is judged with a part in it, $k=1$ is set up as a value of a multiplier k . Therefore, from an adder circuit 2, the pixel value (pixel value of an input picture signal) of the present frame is outputted as it is.

[0010] As for the storage signal of a frame memory 3, the pixel value of a multiple frame was integrated by the output picture signal from an adder circuit 2, as for the ** frame and the stationary part in the picture signal memorized by the frame memory 3 since it is rewritten. Therefore, gradually, the noise became small, and was removed by the thing to which a noise carries out random change for every frame, then weighting addition, and, as for the stationary part of the picture signal (it is the same as an output picture signal) memorized by the frame memory 3, noise rejection was performed.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when 1., for example, a noise level, is large, a motion part may be mistaken by noise rejection with an above-mentioned motion ecad recursive call filter for a stationary part, and image quality degradation of dotage etc. may be seen in that case by it.

2. The noise rejection of a motion part is impossible.

There is a problem to say.

[0012] This invention aims at offering the noise rejection equipment and the approach an above-mentioned trouble is conquerable, employing the advantage of the noise rejection capacity about the stationary part of an above-mentioned motion ecad recursive call filter efficiently.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the noise rejection equipment by this invention The picture signal which has the frame memory which memorizes a picture signal and is memorized by said frame memory, By adding by performing weighting according to ** of the image according an input picture signal to said input picture signal, and **, and rewriting the picture signal of said frame memory with the addition output Between multiple frames with the 1st noise rejection section which generates the 1st output picture signal with which the noise was removed as said addition output By data processing which extracts the pixel to which it corresponds on an image, carries out the class classification of the noise component of said pixel based on an inter-frame change of those pixels, and is beforehand set up corresponding to the classified class Per pixel of the predetermined number of the image location of the 2nd noise rejection section which generates the 2nd output picture signal with which the noise component was removed from said input picture signal, and a said 1st output picture signal and said 2nd output picture signal which corresponds mutually **** of an image is judged and it is characterized by having the output selection section which chooses and outputs one output picture signal of said 1st output picture signal and said 2nd output picture signal per pixel of said predetermined number according to the judgment result.

[0014] According to this invention of an above-mentioned configuration, in the 1st noise rejection section, noise rejection is performed by weighting addition with the present frame and a front frame good about the pixel of a stationary part like

the motion ecad recursive call filter mentioned above.

[0015] On the other hand, in the 2nd noise rejection section, the pixel of each frame which is in the same location between multiple frames is extracted, the class classification of the noise component of said pixel is carried out based on an inter-frame change of those pixels, and by data processing beforehand set up corresponding to the classified class, since a noise component removes from said input picture signal, noise rejection is performed regardless of a motion part and a stationary part. However, the 1st noise rejection section of the noise rejection effectiveness which can accumulate the information on a long frame about a perfect stationary part is larger in the 2nd noise rejection section.

[0016] In the output selection section, the output picture signal with which good noise rejection was both performed in the stationary part and the motion part is acquired by judging **** of an image, choosing the 1st output picture signal from the 1st noise rejection section by the stationary part per pixel of said predetermined number according to the judgment result, and choosing the 2nd output picture signal from the 2nd noise rejection section in a motion part per pixel of a predetermined number.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the noise rejection equipment by this invention is explained, referring to drawing.

[0018] Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the noise rejection equipment of the gestalt of this operation. As shown in drawing 1, an input picture signal is supplied to the class classification adaptation noise rejection circuit 12 which constitutes the example of the 2nd noise rejection section while it is supplied to the motion ecad recursive call filter 11 which constitutes the example of the 1st noise rejection section for every pixel.

[0019] The configuration of the motion ecad recursive call filter 11 is completely the same as that of the example of drawing 7 mentioned above. The output picture signal from this motion ecad recursive call filter 11 is supplied to the output selection circuit 13.

[0020] Moreover, the class classification adaptation noise-rejection circuit 12 extracts the pixel of each frame which is in the same location between multiple frames, carries out the class classification of the noise component of said pixel based on an inter-frame change of those pixels, by data processing beforehand set up corresponding to the classified class, generates the output picture signal with which the noise component was removed from said input picture signal, and mentions it later about the detailed configuration. The output picture signal from this class classification adaptation noise rejection circuit 12 is also supplied to the output selection circuit 13.

[0021] The output selection circuit 13 consists of the static/dynamic detection circuit 14, a delay circuit 15 for timing adjustment, and a selection circuitry 16, the output picture signal from the motion ecad recursive call filter 11 is supplied to a selection circuitry 16 through a delay circuit 15, and the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12 is supplied to a selection circuitry 16 as it is.

[0022] Moreover, the output picture signal from the motion ecad recursive call filter 11 and the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12 are supplied to the static/dynamic detection circuit 14. In the static/dynamic detection circuit 14, in this example, for every pixel, it moves in a stationary part, a part is judged, and a selection circuitry 16 is supplied by making that decision output into a selection-control signal from these two output picture signals.

[0023] Although noise rejection of the pixel of the stationary part of an image is carried out in the output picture signal from the motion ecad recursive call filter 11 as mentioned above, the pixel of the motion part of an image is outputted as it is, without carrying out noise rejection. On the other hand, in the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12, noise rejection is performed regardless of the stationary part of an image, and a motion part.

[0024] For this reason, although both pixel value becomes almost equal since

noise rejection of both the stationary parts is carried out when the output picture signal from the motion ecad recursive call filter 11 is compared with the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12. In a motion part, since the noise is removed to the noise remaining to the output picture signal of the motion ecad recursive call filter 11 with the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12, both pixel values will differ by the noise.

[0025] The static/dynamic detection circuit 14 judges whether it is the stationary part of an image, or it is the motion part of an image for every pixel in this example using the above property. namely, the difference to which the static/dynamic detection circuit 14 computes the difference of the pixel value of the output picture signal from the motion ecad recursive call filter 11, and the pixel value of the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12 -- the value calculation circuit 141 and difference -- the difference from the value calculation circuit 141 -- it consists of an absolute value-ized circuit 142 which absolute-value-izes a value, and a comparison test circuit 143.

[0026] the comparison test circuit 143 -- the difference from the absolute value-ized circuit 142 -- time the absolute value of a value is larger than the value defined beforehand -- a motion part -- judging -- the difference from the absolute value-ized circuit 142 -- when the absolute value of a value is smaller than the value defined beforehand, it judges with a stationary part. And about the pixel judged that is the stationary part of an image, a selection circuitry 16 is controlled to choose the output picture signal from the motion ecad recursive call filter 11, and a selection circuitry 16 is controlled about the pixel judged that is the motion part of an image to choose the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12.

[0027] Therefore, from a selection circuitry 16 13, i.e., an output selection circuit, the output picture signal from the motion ecad recursive call filter by which can carry out things and noise rejection is carried out good which accumulates the

information on a long frame about a stationary part is outputted, and, instead, the output picture signal from the class classification adaptation noise rejection circuit 12 is outputted for the output picture signal from the motion ecad recursive-call filter by which noise rejection is not carried out about a motion part. Therefore, the output picture signal by which noise rejection was carried out is acquired from the output selection circuit 13 over all the stationary parts and motion parts.

[0028] The class classification adaptation noise rejection circuit used for [explanation of a class classification adaptation noise rejection circuit], next the gestalt of this operation is explained to a detail. In the example explained below, according to three-dimension (between space-time) distribution of the signal level of an input picture signal, the class classification was performed as class classification adaptation processing, the prediction coefficient beforehand gained by study for every class was stored in memory, and the processing which outputs the optimal estimate (namely, pixel value after noise rejection) by data processing according to the weighting additive expression which used this prediction coefficient is adopted.

[0029] Moreover, this example performs noise rejection by performing class classification adaptation processing in consideration of a motion of an image. That is, according to the motion presumed from an input picture signal, the pixel field which should be referred to in order to detect a noise component, and the pixel field which should be used for data processing for removing a noise are started, and it is made to output the image from which the noise was removed by these by ***** class classification adaptation processing.

[0030] Drawing 2 shows the overall configuration of the class classification adaptation noise rejection circuit used for the gestalt of this operation.

[0031] The input picture signal which should be processed is supplied to a frame memory 21. A frame memory 21 supplies the image of one frame ago to a frame memory 22 while memorizing the image of the current frame supplied. A frame memory 22 supplies the image in front of one of them to a frame memory 23 while memorizing the image of one frame supplied. Thus, the image of a newer

frame is memorized by frame memories 21, 22, and 23 at this order.

[0032] The following explanation performs as an example the case where a frame memory 22 memorizes the present frame, and frame memories 21 and 23 memorize the frame of after the present frame and a front, respectively.

[0033] In addition, the contents of storage of frame memories 21, 22, and 23 are not limited to this. For example, the image of two-frame spacing may be memorized in time. Moreover, not only three continuous frames but five frame memories are prepared, and you may make it memorize the continuous image of five frames. Furthermore, it is also possible to replace with a frame memory and to use a field memory.

[0034] The image data of the back frame memorized by frame memories 21, 22, and 23, respectively, the present frame, and a front frame is supplied to the motion vector detecting element 24, the motion vector detecting element 25, the 1st field logging section 26, and the 2nd field logging section 27.

[0035] The motion vector detecting element 24 detects the motion vector about the attention pixel between the image of the present frame memorized by the frame memory 22, and the image of the front frame memorized by the frame memory 23. Moreover, the motion vector detecting element 25 detects the motion vector about the attention pixel between the image of the present frame memorized by the frame memory 22, and the image of the back frame used as the frame memory 21 account 100 million.

[0036] The motion vector (the motion direction and the amount of motions) about the attention pixel detected by each of the motion vector detecting elements 24 and 25 is supplied to the 1st field logging section 26 and the 2nd field logging section 27. As an approach of detecting a motion vector, presumption by the block matching method and the correlation coefficient, a gradient method, etc. can be used.

[0037] Referring to the motion vector detected by the motion vector detecting elements 24 and 25 from the image data of each frame supplied to this, the 1st field logging section 24 extracts the pixel of a location which is mentioned later,

and supplies the extracted pixel value to the noise component detecting element 28.

[0038] Based on the output of the 1st field logging section 24, the noise component detecting element 28 generates the class code expressing the information concerning a noise component, and supplies the generated class code to a multiplier ROM 29 so that it may mention later. Thus, since the pixel which the 1st field logging section 24 extracts is used for generating of a class code, it is called a class tap.

[0039] The multiplier ROM 29 has more specifically memorized beforehand the prediction coefficient determined by study which is mentioned later along the address relevant to a class code for every class. And a multiplier ROM 29 receives as the address the class code supplied from the noise component detecting element 28, and outputs the prediction coefficient corresponding to it.

[0040] On the other hand, the value of the pixel which the 2nd field logging section 27 extracted the pixel for the prediction from the data of the continuous image of three frames which frame memories 21, 22, and 23 have memorized, respectively, and extracted is supplied to the presumed operation part 30. The presumed operation part 30 performs a weighting operation as shown in the following formulas (1) based on the output of the 2nd field logging section 27, and the prediction coefficient read from a multiplier ROM 29, and generates the prediction picture signal with which the noise was removed. Thus, the pixel value which the 2nd field logging section 27 extracts is called **** and the prediction tap which are used in the weighting addition for generating a prediction picture signal.

[0041]

$$y=w_1 x_1+w_2 x_2+ \dots +w_n x_n \quad (1)$$

Here, they are x_1, \dots, x_n . It is each prediction tap and they are w_1, \dots, w_n . It is each prediction coefficient.

[0042] Next, with reference to drawing 3, the processing which the 1st field logging section 26 performs is explained more to a detail. The 1st field logging

section 26 extracts the pixel of the pixel location specified according to tap structure as shown in drawing 3 . Here, the pixel shown at a black rectangular head is extracted as a class tap. That is, only an attention pixel is extracted from the present frame fr0 as a class tap, and 1 pixel corresponding to an attention pixel is extracted from frame fr-1 and the back frame fr1 as a class tap a front, respectively.

[0043] That is, in this example, it is the tap structure where only 1 pixel is extracted in each of frame fr-1, the present frame fr0, and the back frame fr1 a front. In the 1st field logging section 26, the motion vector of the attention pixel detected by the motion vector detecting elements 24 and 25 is small enough, and when judged with a stationary part, it extracts a front as a class tap for noise detection of the pixel of the same pixel location in each frame of frame fr-1, the present frame fr0, and the back frame fr1. Therefore, the pixel location of the class tap in each frame of a processing object is fixed, and there is no fluctuation in tap structure.

[0044] When judged with a motion of an attention pixel being above large to some extent, and being a motion part, in order to, extract the pixel of the location which corresponds on an image as a class tap a front in the 1st field logging section 26 on the other hand from each frame of frame fr-1, the present frame fr0, and the back frame fr1, amendment of the pixel location extracted corresponding to a motion vector is performed. The location of the pixel extracted from the image data of the back frame fr1 is amended by the motion vector detected by the motion vector detecting element 24, and the location of the pixel extracted from the image data of frame fr-1 a front is amended by the motion vector detected by the motion vector detecting element 25.

[0045] Also about the prediction tap started in the 2nd field logging section 27, the same tap structure as an above-mentioned class tap is used in this example. And in the 2nd field logging section 27, the motion amendment to the pixel extracted as a prediction tap as well as **** is made.

[0046] The class tap extracted by the 1st field logging section 26 serves as a

correspondence pixel on the image between multiple frames as a result of such motion amendment. The prediction tap extracted by the 2nd field logging section 27 also serves as a correspondence pixel on the image between multiple frames by motion amendment.

[0047] In addition, the class tap structure where the number of frame memories is increased, and it considers as five pieces instead of three pieces, for example, the present frame and every two frames before and behind that are carried out account 100 million, only an attention pixel is extracted from the present frame, and the pixel corresponding to an attention pixel is extracted from every two frames of before/back may be used. Since the pixel field extracted is extended in time when it is made such, more effective noise rejection becomes possible.

[0048] From fluctuation of the pixel value of the pixel of three frames started as a class tap in the 1st field logging section 26, the noise component detecting element 28 detects the level variation of the noise component about an attention pixel, and outputs the class code according to the level variation of the noise component to a multiplier ROM 29 so that the after-mentioned may also be carried out. That is, the noise component detecting element 28 carries out the class classification of the noise component of an attention pixel by the level variation of the correspondence pixel of the attention pixel about a multiple frame, and outputs the class code which shows any of the class which carried out the classification division they are.

[0049] In the gestalt of this operation, about the output of the 1st field logging section 26, the noise component detecting element 28 performs ADRC (Adaptive Dynamic RangeCoding), and generates the class code which consists the level variation of the correspondence pixel of the attention pixel over a multiple frame of an ADRC output.

[0050] Drawing 4 shows an example of the noise component detecting element 28. Drawing 4 generates a class code by 1-bit ADRC.

[0051] As mentioned above, a total of three pixels of the attention pixel of the present frame and two pixels corresponding to said attention pixel of the frame

before and behind the present frame are supplied to the dynamic range detector 281 from each of frame memories 21, 22, and 23. The value of each pixel is expressed by 8 bits. The dynamic range detector 281 detects the maximum MAX in three pixels, and the minimum value MIN, and computes a dynamic range DR by the operation which becomes $MAX-MIN=DR$.

[0052] And the dynamic range detector 281 outputs the computed dynamic range DR, the minimum value MIN, and each pixel value Px of three inputted pixels as the output, respectively.

[0053] The pixel value Px of three pixels from the dynamic range detector 281 is supplied to a subtractor circuit 282 in order, and the minimum value MIN is subtracted from each pixel value Px. By the minimum value MIN being removed from each pixel value Px, the normalized pixel value is supplied to a comparator circuit 283.

[0054] The output ($DR/2$) of the bit shift circuit 284 which sets a dynamic range DR to one half is supplied to a comparator circuit 283, and the size relation between the pixel value Px, and $DR/2$ is detected. When the pixel value Px is larger than $DR/2$, the comparison output of 1 bit of a comparator circuit 283 is set to "1", and when that is not right, said comparison output is set to "0." And a comparator circuit 283 parallelizes the comparison output of 3 pixels obtained one by one, and generates the ADRC output of a triplet.

[0055] Moreover, a dynamic range DR is supplied to the number-of-bits conversion circuit 285, and the number of bits is changed into 5 bits from 8 bits by quantization. And this dynamic range by which number-of-bits conversion was carried out, and the ADRC output of a triplet are supplied to a multiplier ROM 29 as a class code.

[0056] It must arise [between the attention pixel of the present frame, and the correspondence pixel of the frame before and behind that / fluctuation of a pixel value] under class tap structure which was mentioned above or be small. Therefore, when fluctuation of a pixel value is detected, it can judge with it originating in a noise.

[0057] If an example is explained, when the pixel value of the class tap extracted from each frame of $t-1$, t , and $t+1$ which continued in time receives processing of 1-bit ADRC, in the case of the example shown in drawing 5, the ADRC output of a triplet [010] will occur. And that from which the dynamic range DR was changed into 5 bits is outputted. Fluctuation of the noise level about an attention pixel is expressed by the ADRC output of a triplet.

[0058] In this case, if it is made to perform not 1 bit but the many bits ADRC, it will become possible to express noise level fluctuation more exactly. Moreover, the magnitude of a noise level is expressed by the code which changed the dynamic range DR into 5 bits. 8 bits is changed into 5 bits, because it clips so that the number of classes may seldom increase.

[0059] Thus, the class code which the noise component detecting element 28 generates has the code concerning noise level fluctuation of the direction of time amount acquired as a result of ADRC which consists of a triplet, for example, and the code concerning the noise level obtained as a result of a dynamic range DR which consists of 5 bits, for example contained in the case of this example. By using a dynamic range DR for a class classification, a motion and a noise can be distinguished and the difference in a noise level can be distinguished.

[0060] Next, study, i.e., the processing which obtains the prediction coefficient stored in a multiplier ROM 29, is explained with reference to drawing 6. Here, the same reference mark was given to the component in drawing 2, and the same component.

[0061] In order to learn, the input picture signal (a teacher signal is called) which is used and which does not contain a noise is supplied to the noise adjunct 31 and the normal equation adder unit 32. The noise adjunct 31 adds a noise component to an input picture signal, and supplies the student signal which generated and generated the noise addition image (a student signal is called) to a frame memory 21. As explained with reference to drawing 2, the image of the student signal of three frames which follows frame memories 21, 22, and 23 in time is memorized, respectively.

[0062] The following explanation performs as an example the case where a frame memory 22 memorizes the image of the present frame, and frame memories 21 and 23 carry out the image of the frame of after the present frame and a front account 100 million, respectively. However, as mentioned above, the contents of storage of frame memories 21, 22, and 23 are not limited to this.

[0063] In the latter part of frame memories 21, 22, and 23, the processing mentioned above with reference to drawing 2 and the almost same processing are made. However, the prediction tap which the class code and the 2nd field logging section 27 which the noise component detecting element 28 generates extract is supplied to the normal equation adder unit 32. A teacher signal is further supplied to the normal equation adder unit 32. The normal equation adder unit 32 performs computation for solving a normal equation based on these three kinds of inputs, and the prediction coefficient decision section 33 determines the prediction coefficient for every class code from the computation result. And the prediction coefficient decision section 33 supplies the determined prediction coefficient to memory 34. Memory 34 memorizes the prediction coefficient supplied. The prediction coefficient memorized by memory 34 and the prediction coefficient memorized by the multiplier ROM 29 (drawing 2) are the same.

[0064] Next, a normal equation is explained. It sets at an above-mentioned ceremony (1), and they are prediction coefficients w_1, \dots, w_n before study. It is an undetermined coefficient. Study is performed by inputting two or more teacher signals for every class. When writing m [the number of classes for every class of a teacher signal], the following formulas (2) are set up from a formula (1).

[0065]

$$y_k = w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn} \quad (2)$$

$$(k = 1, 2, \dots, m)$$

In $m > n$, they are prediction coefficients w_1, \dots, w_n . Since it is not decided that it will be a meaning, it is the element e_k of the error vector e . It defines by the following formulas (3).

[0066]

$$e_k = y_k - \{w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn}\} \quad (3)$$

($k = 1, 2, \dots, m$)

And it is determined that a prediction coefficient makes into min the error vector e defined by the following formulas (4). That is, a prediction coefficient is set to a meaning with the so-called least square method.

[0067]

[Equation 1]

$$e^2 =$$

[0068] e^2 of a formula (4) As the practical count approach for asking for the prediction coefficient made into min, it is e^2 . It is each prediction coefficient w_i so that a partial differential may be carried out with a prediction coefficient w_i ($i = 1, 2, \dots$) (the following formulas (5)) and a partial-differential value may be set to 0 about each value of i . What is necessary is just to set.

[0069]

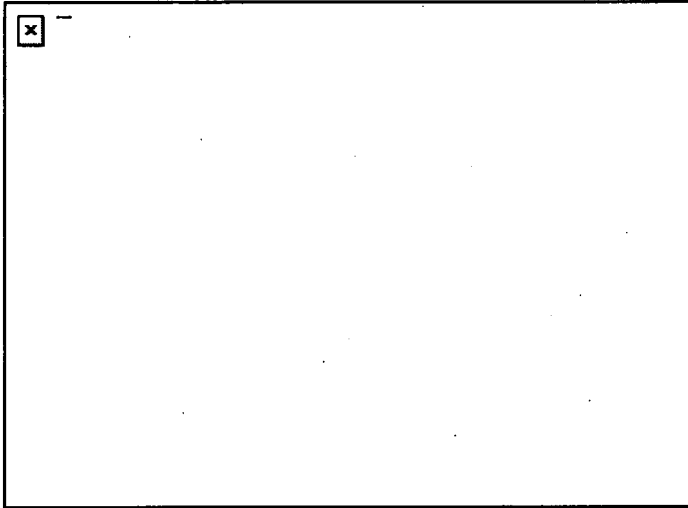
[Equation 2]

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} =$$

[0070] A formula (5) to each prediction coefficient w_i The concrete procedure to define is explained. They are X_{ji} and Y_i as shown in a formula (6) and (7). If a definition is given, a formula (5) can be written to the form of the determinant of the following formulas (8).

[0071]

[Equation 3]



[0072] Generally an equation (8) is called a normal equation. Based on three kinds of inputs mentioned above, the prediction coefficient decision section 33 computes each parameter in a normal equation (8), performs computation for sweeping out further and solving a normal equation (8) according to general matrix solution methods, such as law, and is a prediction coefficient w_i . It computes.

[0073] Next, in order to perform noise addition in the noise adjunct 31, an approach like ** of the following - ** can be used.

[0074] ** Generate random noise like computer simulation and add to an input picture signal.

[0075] ** Add a noise through RF system to the picture signal to input.

[0076] ** As a difference between a flat picture signal with little level change, and the signal acquired by performing processing which minded [this] RF system, extract a noise component and add the extracted noise component to an input picture signal.

[0077] ** As a difference of the signal acquired by performing processing which used RF system for the flat picture signal, and the picture signal component from which it comes to remove a noise by carrying out frame addition of this signal, extract a noise component and add the extracted noise component to an input picture signal.

[0078] The noise rejection circuit 12 using the class classification adaptation

processing mentioned above is faced performing class classification adaptation processing in order to remove a noise from a picture signal, for example, it extracts the pixel corresponding to an attention pixel and an attention pixel etc. as a class tap, and generates a class code corresponding to fluctuation of the noise level which detected and detected fluctuation of an inter-frame noise level based on the data of a class tap.

[0079] And the motion between frames is presumed, and the pixel (class tap) which should be used for detection processing of a noise component, and the pixel (prediction tap) which should be used for prediction data processing are extracted so that the presumed motion may be amended. And the picture signal by which noise rejection was carried out is computed by primary linearity association with a prediction tap and a prediction coefficient for every class information reflecting a noise component.

[0080] Therefore, since the prediction coefficient which corresponds to inter-frame fluctuation of a noise component exactly can be chosen, a noise component is removable good by performing a presumed operation using such a prediction coefficient.

[0081] And also when there is a motion, a noise level can detect correctly and the noise rejection of it becomes possible. It is avoidable that move, move like an adaptation recursive call filter, the thing which were especially explained with reference to drawing 7 and which is done to it being a stationary part for the misjudgment law of the part becomes a factor, and dotage arises in an image.

[0082] Furthermore, when using the tap structure where only an attention pixel is extracted from the class tap structure which does not have spatial breadth into a frame, for example, the present frame, and the pixel corresponding to an attention pixel is extracted from the frame which is in before/back in time to the present frame, as a class tap and/or a prediction tap, it can avoid that the dotage factor of the direction of space affects processing. That is, it is avoidable under the effect of an edge etc. that dotage arises in an output picture signal, for example.

[0083] Thus, although noise rejection is performed in the class classification adaptation noise rejection circuit 12, without being dependent on quiescence of an image, and a motion, about a perfect stationary part, it is inferior to the motion adaptation recursive call filter which can accumulate the information on a long frame.

[0084] In this invention, as mentioned above, since the selection output of the output of a motion adaptation recursive call filter is carried out and the selection output of the output of a class classification adaptation noise rejection circuit is carried out in a motion part, by the stationary part, the picture signal output with which noise rejection was made good is obtained also in any of the motion part of an image, and a stationary part.

[0085] In addition, the class tap and prediction tap in the 1st field logging section 26 and the 2nd field logging section 27 in explanation of a class classification adaptation removal circuit are an example, and it cannot be overemphasized that it is not what is restricted to this. Moreover, although structure of a class tap and a prediction tap was made the same in above-mentioned explanation, both do not have to be taken as the same structure.

[0086] Moreover, although the encoding circuit of 1-bit ADRC was used for the noise component detecting element 28, as mentioned above, it is good also as an encoding circuit of the many bits ADRC, and you may make it coding networks other than ADRC used for it by above-mentioned explanation.

[0087] Furthermore, in the above explanation, although it explained that selection with the output of the motion ecad recursive call filter 11 and the output of the class classification adaptation noise rejection circuit 12 was performed per pixel, it may be made to choose it as not a pixel unit but the pixel block which consists of a pixel of the number of appointed numbers and an object unit, and a pan by being a frame unit. In those cases, static/dynamic detection is performed per selection in a static/dynamic detection circuit.

[0088] Moreover, in the above example, although considered as selection of 2 person alternative with the output of one motion ecad recursive call filter, and the

output of one class classification adaptation removal circuit, two or more motion adaptation recursive call filters and/or noise rejection circuits by class classification adaptation processing are prepared, and an output picture signal can be chosen from them.

[0089]

[Effect of the Invention] As having explained above, since the noise-rejection effectiveness about stationary parts, such as a motion adaptation recursive call filter, carries out the selection output of the output of the 1st large noise-rejection circuit and the selection output of the output of the 2nd noise-rejection circuit in which the noise rejection in motion parts, such as a class classification adaptation noise-rejection circuit, is possible is carried out in a motion part, according to this invention, by the stationary part, the picture signal output with which noise rejection was made good is obtained also in any of the motion part of an image, and a stationary part.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the gestalt of operation of the noise rejection equipment by this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the example of a configuration of the class classification adaptation noise rejection circuit used for the gestalt of operation.

[Drawing 3] It is drawing for explanation of a class classification adaptation noise rejection circuit.

[Drawing 4] It is drawing showing the example of a configuration of the noise component detector which constitutes a part of class classification adaptation noise rejection circuit.

[Drawing 5] It is drawing for explanation of the example of a configuration of the

noise component detector of drawing 3 .

[Drawing 6] It is drawing for explaining the creation approach of the multiplier data used for a class classification adaptation noise rejection circuit.

[Drawing 7] It is drawing showing the example of a configuration of a motion adaptation recursive call filter.

[Description of Notations]

1 4 [-- A subtractor circuit, 6 / -- An absolute value-ized circuit, 7 / -- A threshold processing circuit, 8 / -- A weighting-factor generating circuit, 11 / -- A motion adaptation recursive call filter, 12 / -- A class classification adaptation noise rejection circuit 13 / -- An output selection circuit, 14 / -- Static/dynamic detection circuit] -- The amplifier for amplitude adjustment, 2 -- An adder circuit, 3 -- A frame memory, 5

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-223374

(P2002-223374A)

(43) 公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 N 5/21
7/24

識別記号

F I

H 0 4 N 5/21
7/13

テ-マ-ト*(参考)

B 5 C 0 2 1
Z 5 C 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-179341(P2000-179341)

(22) 出願日 平成12年6月15日(2000.6.15)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 白木 寿一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 100091546

弁理士 佐藤 正美

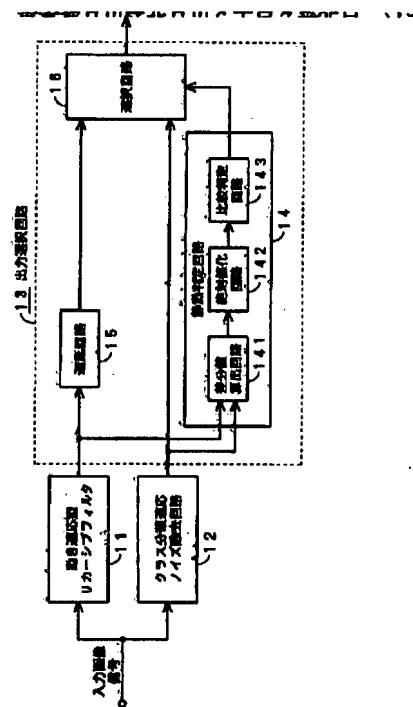
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズ除去装置およびノイズ除去方法

(57) 【要約】

【課題】 動き適応型リカーシブフィルタの静止部分についてのノイズ除去能力の利点を生かしながら、動き部分についても良好にノイズ除去を行うことができるノイズ除去方法を提供する。

【解決手段】 第1のノイズ除去部として、例えば動き適応リカーシブフィルタ11を用いる。第2のノイズ除去部として、複数フレーム間で同じ位置にある各フレームの画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、前記入力画像信号からノイズ成分の除去された出力画像信号を生成するクラス分類適応除去回路12を用いる。出力選択部13により、所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、第1のノイズ除去部および第2のノイズ除去部の一方の出力画像信号を選択して出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】画像信号を記憶するフレームメモリを有し、前記フレームメモリに記憶されている画像信号と、入力画像信号とを、前記入力画像信号による画像の静動に応じた重み付けを行って加算し、その加算出力により前記フレームメモリの画像信号を書き換えることで、前記加算出力としてノイズの除去された第1の出力画像信号を生成する第1のノイズ除去部と、複数フレーム間で、画像上の対応する画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、前記入力画像信号からノイズ成分の除去された第2の出力画像信号を生成する第2のノイズ除去部と、所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、前記所定数の画素単位で、前記第1の出力画像信号と前記第2の出力画像信号との一方の出力画像信号を選択して出力する出力選択部とを備えることを特徴とするノイズ除去装置。

【請求項2】前記出力選択部は、前記所定数の画素が、画像の静止部分か動き部分かを判定する判定部と、前記判定部の判定結果に基づいて、静止部分の画素については、前記第1の出力画像信号を選択して出力し、動き部分の画素については前記第2の出力画像信号を選択して出力する選択部とを有することを特徴とする請求項1に記載のノイズ除去装置。

【請求項3】前記判定部は、前記所定数の画素毎に、前記第1の出力画像信号と前記第2の出力画像信号との差分値を算出する差分値算出部と、前記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、前記差分値の絶対値が前記しきい値以上の場合には、前記動き部分の画素であることを示す判定値を出力し、前記差分値の絶対値が前記しきい値より小さい場合には、静止部分の画素であることを示す判定値を出力する比較部とを有することを特徴とする請求項2に記載のノイズ除去装置。

【請求項4】前記第1のノイズ除去部は、前記入力画像信号による画像の静動判定を行なう動き判定部と、前記動き判定部での静動判定に応じて、前記入力画像信号と前記フレームメモリに記憶されている画像信号とに重み付けを行なう重み付け部と、前記重み付けされた入力画像信号と前記フレームメモリからの画像信号とを加算する加算部とを有し、前記フレームメモリの画像信号は、前記加算部からの画像信号に書き換えられることを特徴とする請求項1に記載のノイズ除去装置。

【請求項5】前記第2のノイズ除去部は、

前記入力画像信号による画像中の注目画素についての動き情報を導出する動き情報導出部と、前記動き情報導出部で導出された前記動き情報を用いて、複数フレームについて、前記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラススタップとして抽出するクラススタップ抽出部と、前記クラススタップ抽出部で抽出された前記クラススタップの特徴に基づいて、前記注目画素についてのノイズ成分を、クラス分類するクラス分類部と、前記クラス分類部によって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する演算処理を定め、その定めた演算処理によって、前記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成する演算処理部と、を有することを特徴とする請求項1に記載のノイズ除去装置。

【請求項6】前記クラス分類部で用いる前記クラススタップの特徴は、前記クラススタップとしての前記複数の画素のノイズ成分分布であることを特徴とする請求項5に記載のノイズ除去装置。

【請求項7】前記演算処理部では、前記注目画素に対応した位置の複数の画素の画素値と、前記クラス分類部において分類されたクラスに応じて予め設定されている前記複数の画素についての演算係数との演算を行うことにより、前記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成することを特徴とする請求項5に記載のノイズ除去装置。

【請求項8】前記クラス分類部で分類分けされる複数のクラスのそれぞれに応じた、前記演算処理部で用いる前記演算係数は、

前記入力画像信号よりノイズが少ない教師画像データから注目画素を抽出する工程と、前記入力画像信号と同等のノイズを有する生徒画像データから、前記注目画素についての動き情報を導出する工程と、前記注目画素について導出された前記動き情報に応じて、複数フレームの前記生徒画像データから前記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラススタップとして抽出する工程と、

前記クラススタップの特徴に基づいて、前記注目画素についてのノイズ成分をクラス分類する工程と、前記クラス分類されたクラスに対応して、前記生徒画像データから予測タップとして抽出された、少なくともクラススタップとして抽出される前記注目画素に対応した位置の複数の画素を含む画素について、前記生徒画像データから前記教師画像データと同質の出力画像信号を生成するための予測係数を導出する工程とによって、前記予測係数として算出することを特徴とする請求項7に記載のノイズ除去装置。

【請求項9】フレームメモリに記憶されている画像信号と、入力画像信号とを、前記入力画像信号による画像の

静動に応じた重み付けを行って加算し、その加算出力により前記フレームメモリの画像信号を書き換えることで、前記加算出力としてノイズの除去された第1の出力画像信号を生成する第1のノイズ除去工程と、前記第1のノイズ除去工程と並列の処理として、複数フレーム間で、画像上の対応する画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、前記入力画像信号からノイズ成分の除去された第2の出力画像信号を生成する第2のノイズ除去工程と、所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、前記所定数の画素単位で、前記第1の出力画像信号と前記第2の出力画像信号との一方の出力画像信号を選択して出力する出力選択工程とを有することを特徴とするノイズ除去方法。

【請求項10】前記出力選択工程は、前記所定数の画素が、画像の静止部分が動き部分かを判定する判定工程と、前記判定工程での判定結果に基づいて、静止部分の画素については前記第1の出力画像信号を選択して出力し、動き部分の画素については前記第2の出力画像信号を選択して出力する選択工程とを有することを特徴とする請求項9に記載のノイズ除去方法。

【請求項11】前記判定工程は、前記所定数の画素毎に、前記第1の出力画像信号と前記第2の出力画像信号との差分値を算出する差分値算出工程と、前記差分値算出工程で算出された前記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、前記差分値の絶対値が前記しきい値以上の場合には、前記動き部分の画素であることを示す判定値を出力し、前記差分値の絶対値が前記しきい値より小さい場合には、静止部分の画素であることを示す判定値を出力する比較工程とを有することを特徴とする請求項9に記載のノイズ除去方法。

【請求項12】前記第1のノイズ除去工程は、前記入力画像信号による画像の静動判定を行なう動き判定工程と、前記動き判定工程での静動判定に応じて、前記入力画像信号と前記フレームメモリに記憶されている画像信号とに重み付けを行なう重み付け工程と、前記重み付けされた入力画像信号と前記フレームメモリからの画像信号とを加算する加算工程とを有し、前記フレームメモリの画像信号は、前記加算工程からの画素信号に書き換えられることを特徴とする請求項9に記載のノイズ除去方法。

【請求項13】前記第2のノイズ除去工程は、前記入力画像信号による画像中の注目画素についての動き情報を導出する動き情報導出工程と、

前記動き情報導出工程で導出された前記動き情報を用いて、複数フレームについて、前記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出工程と、前記クラスタップ抽出工程で抽出された前記クラスタップの特徴に基づいて、前記注目画素についてのノイズ成分を、クラス分類するクラス分類工程と、前記クラス分類工程によって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する演算処理を定め、その定めた演算処理によって、前記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成する演算処理工程と、を有することを特徴とする請求項9に記載のノイズ除去方法。

【請求項14】前記クラス分類工程で用いる前記クラスタップの特徴は、前記クラスタップとしての前記複数の画素のノイズ成分分布であることを特徴とする請求項13に記載のノイズ除去方法。

【請求項15】前記演算処理工程では、前記注目画素に対応した位置の複数の画素の画素値と、前記クラス分類工程で分類されたクラスに応じて予め設定されている前記複数の画素についての演算係数との演算を行うことにより、前記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成することを特徴とする請求項13に記載のノイズ除去方法。

【請求項16】前記クラス分類工程で分類分けされる複数のクラスのそれぞれに応じた前記演算係数は、前記入力画像信号よりノイズが少ない教師画像データから注目画素を抽出する工程と、前記入力画像信号と同等のノイズを有する生徒画像データから、前記注目画素についての動き情報を導出する工程と、前記注目画素について導出された前記動き情報に応じて、複数フレームの前記生徒画像データから前記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出する工程と、前記クラスタップの特徴に基づいて、前記注目画素についてのノイズ成分をクラス分類する工程と、前記クラス分類されたクラスの対応して、前記生徒画像データから予測タップとして抽出された、少なくともクラスタップとして抽出される前記注目画素に対応した位置の複数の画素を含む画素について、前記生徒画像データから前記教師画像データと同質の出力画像信号を生成するための予測係数を導出する工程とによって、前記予測係数として算出することを特徴とする請求項15に記載のノイズ除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、画像信号のノイズを除去するノイズ除去装置およびノイズ除去方法に関する。

【0002】

【従来の技術】画像信号からノイズを除去するために、従来から動き適応型リカーシブフィルタが用いられている。この動き適応型リカーシブフィルタの構成の一例を図7に示す。

【0003】入力画像信号は画素ごとに、振幅調整を行うアンプ1を通じて加算回路2に供給される。フレームメモリ2には、現時点のフレーム（出力画像信号についての現時点のフレーム（以下、現フレームという））よりも1つ前のフレーム（以下、前フレームという）の出力画像信号が記憶されている。このフレームメモリ2に記憶されている画像信号は、入力画像信号の各画素位置に対応して画素ごとに順次に読み出されて、振幅調整を行うアンプ4を通じて加算回路2に供給される。

【0004】加算回路2は、アンプ2およびアンプ4を通じた現フレームと前フレームの画素を加算し、その加算出力を出力画像信号として出力すると共に、フレームメモリ3に供給する。フレームメモリ3では、その記憶画像信号が、この加算出力の出力画像信号に書き換えられる。

【0005】現フレームの入力画像信号は、また、画素ごとに減算回路5に供給される。また、フレームメモリ3に記憶されている前フレームの画像信号が、入力画像信号の各画素位置に対応して画素ごとに順次に読み出されて減算回路5に供給される。したがって、減算回路5からは、画像上の同じ画素位置の現フレームの画素値と、前フレームの画素値との差分が得られる。

【0006】この減算回路5からの差分出力は、絶対値化回路6に供給されて絶対値に変換されたのち、しきい値処理回路7に供給される。しきい値処理回路7では、これに供給される画素差分の絶対値と予め定めたしきい値とを比較して、画素毎に動き部分か、静止部分かの静動判定を行う。すなわち、しきい値処理回路7では、画素差分の絶対値がしきい値よりも小さいときには、入力画素は静止部分と判定し、画素差分の絶対値がしきい値よりも大きいときには、入力画素は動き部分と判定する。

【0007】しきい値処理回路7での静動判定結果は、重み係数発生回路8に供給される。重み係数発生回路8は、しきい値処理回路7での静動判定結果に応じて、重み係数 k ($0 \leq k \leq 1$) の値を設定し、係数 k をアンプ1に供給すると共に、係数 $1-k$ をアンプ4に供給する。アンプ1は、その入力信号を k 倍し、アンプ4は、その入力信号を $1-k$ 倍する。

【0008】この場合、しきい値処理回路7で、現フレームの画素が静止と判定されるときには、係数 k の値として $k=0 \sim 0.5$ の間の固定値が設定される。したがって、加算回路2の出力は、現フレームの画素値と、フレームメモリ3からの前フレームの画素値とが重み付け加算された値とされる。

【0009】一方、しきい値処理回路7で、現フレームの画素が動き部分と判定されるときには、係数 k の値として $k=1$ が設定される。したがって、加算回路2からは現フレームの画素値（入力画像信号の画素値）がそのまま出力される。

【0010】加算回路2からの出力画像信号により、フレームメモリ3の記憶信号は、毎フレーム、書き換えられるので、フレームメモリ3に記憶される画像信号中の静止部分は、複数フレームの画素値が積算されたものになる。したがって、ノイズがフレーム毎にランダムな変化をするものとすれば、重み付け加算により、ノイズは徐々に小さくなって除去され、フレームメモリ3に記憶される画像信号（出力画像信号と同じ）の静止部分は、ノイズ除去が行われたものとなる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の動き適応型リカーシブフィルタによるノイズ除去では、

1. 例えば、ノイズレベルが大きい場合など、動き部分を静止部分と誤ってしまうことがあり、その場合には、ぼけなどの画質劣化が見られる場合がある。

2. 動き部分はノイズ除去ができない。

という問題がある。

【0012】この発明は、上述の動き適応型リカーシブフィルタの静止部分についてのノイズ除去能力の利点を生かしながら、上述の問題点を克服できるノイズ除去装置および方法を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明によるノイズ除去装置は、画像信号を記憶するフレームメモリを有し、前記フレームメモリに記憶されている画像信号と、入力画像信号とを、前記入力画像信号による画像の静、動に応じた重み付けを行って加算し、その加算出力により前記フレームメモリの画像信号を書き換えることで、前記加算出力としてノイズの除去された第1の出力画像信号を生成する第1のノイズ除去部と、複数フレーム間で、画像上の対応する画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、前記入力画像信号からノイズ成分の除去された第2の出力画像信号を生成する第2のノイズ除去部と、前記第1の出力画像信号と前記第2の出力画像信号との互に対応する画像位置の所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、前記所定数の画素単位で、前記第1の出力画像信号と前記第2の出力画像信号との一方の出力画像信号を選択して出力する出力選択部とを備えることを特徴とする。

【0014】上述の構成のこの発明によれば、第1のノイズ除去部では、前述した動き適応型リカーシブフィルタと同様に、現フレームと前フレームとの重み付け加算

により、静止部分の画素については、良好にノイズ除去が行われる。

【0015】一方、第2のノイズ除去部では、複数フレーム間で同じ位置にある各フレームの画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、前記入力画像信号からノイズ成分の除去するので、動き部分と静止部分とに関係なく、ノイズ除去が行われる。ただし、完全な静止部分に関しては、長いフレームの情報を蓄積することができる第1のノイズ除去部の方が、第2のノイズ除去部ではノイズ除去効果大きい。

【0016】出力選択部では、所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、前記所定数の画素単位で、静止部分では、第1のノイズ除去部からの第1の出力画像信号を選択し、動き部分では、第2のノイズ除去部からの第2の出力画像信号を選択することにより、静止部分および動き部分で、ともに良好なノイズ除去が行われた出力画像信号が得られる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明によるノイズ除去装置の実施の形態を、図を参照しながら説明する。

【0018】図1は、この実施の形態のノイズ除去装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、入力画像信号は画素ごとに、第1のノイズ除去部の例を構成する動き適応型リカーシブフィルタ11に供給されるとともに、第2のノイズ除去部の例を構成するクラス分類適応ノイズ除去回路12に供給される。

【0019】動き適応型リカーシブフィルタ11の構成は、上述した図7の例と全く同様である。この動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号は、出力選択回路13に供給される。

【0020】また、クラス分類適応ノイズ除去回路12は、複数フレーム間で同じ位置にある各フレームの画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、前記入力画像信号からノイズ成分の除去された出力画像信号を生成するもので、その詳細な構成については後述する。このクラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号も、出力選択回路13に供給される。

【0021】出力選択回路13は、静動判定回路14と、タイミング調整用の遅延回路15と、選択回路16とからなり、動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号は、遅延回路15を通じて選択回路16に供給され、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号は、そのまま選択回路16に供給される。

【0022】また、動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号と、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号とは、静動判定回路14に供給

される。静動判定回路14では、それら2つの出力画像信号から、この例では、各画素ごとに、静止部分が動き部分かを判定し、その判定出力を選択制御信号として、選択回路16に供給する。

【0023】動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号では、前述したように、画像の静止部分の画素はノイズ除去されるが、画像の動き部分の画素は、ノイズ除去されずに、そのまま出力される。一方、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号では、画像の静止部分、動き部分に関係なく、ノイズ除去が施される。

【0024】このため、動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号と、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号とを比較した場合、静止部分は、ともにノイズ除去されているので両者の画素値はほぼ等しくなるが、動き部分では、動き適応型リカーシブフィルタ11の出力画像信号にはノイズが残留しているのに対して、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号ではノイズが除去されているため、両者の画素値がノイズ分だけ異なることになる。

【0025】静動判定回路14は、以上の性質を利用して、この例では、各画素毎に、画像の静止部分であるか、画像の動き部分であるかを判定する。すなわち、静動判定回路14は、動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号の画素値と、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号の画素値との差分を算出する差分値算出回路141と、差分値算出回路141からの差分値を絶対値化する絶対値化回路142と、比較判定回路143とからなる。

【0026】比較判定回路143では、絶対値化回路142からの差分値の絶対値が、予め定めた値よりも大きいときには、動き部分と判定し、絶対値化回路142からの差分値の絶対値が、予め定めた値よりも小さいときには、静止部分と判定する。そして、画像の静止部分であると判定した画素については、動き適応型リカーシブフィルタ11からの出力画像信号を選択するように選択回路16を制御し、画像の動き部分であると判定した画素については、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号を選択するように選択回路16を制御する。

【0027】したがって、選択回路16からは、すなわち、出力選択回路13からは、静止部分については、長いフレームの情報を蓄積することできて、良好にノイズ除去される動き適応型リカーシブフィルタからの出力画像信号が出力され、動き部分については、ノイズ除去されない動き適応型リカーシブフィルタからの出力画像信号の代わって、クラス分類適応ノイズ除去回路12からの出力画像信号が出力される。したがって、出力選択回路13からは、静止部分および動き部分のすべてに渡って、ノイズ除去された出力画像信号が得られる。

【0028】 [クラス分類適応ノイズ除去回路の説明]

次に、この実施の形態に用いられるクラス分類適応ノイズ除去回路について詳細に説明する。以下に説明する例では、クラス分類適応処理として、入力画像信号の信号レベルの3次元(時空間)分布に応じてクラス分類を行い、クラス毎に予め学習によって獲得された予測係数をメモリに格納し、かかる予測係数を使用した重み付け加算式に従う演算処理によって最適な推定値(すなわち、ノイズ除去後の画素値)を出力する処理を採用している。

【0029】 また、この例は、画像の動きを考慮してクラス分類適応処理を行うことによってノイズ除去を行うものである。すなわち、入力画像信号から推定される動きに応じて、ノイズ成分を検出するために参照されるべき画素領域と、ノイズを除去するための演算処理に使用されるべき画素領域とが切り出され、これらに基づいてクラス分類適応処理によってノイズが除去された画像を出力するようにしたものである。

【0030】 図2は、この実施の形態に用いられるクラス分類適応ノイズ除去回路の全体的構成を示すものである。

【0031】 処理されるべき入力画像信号はフレームメモリ21に供給される。フレームメモリ21は、供給される現在フレームの画像を記憶すると共に、1フレーム前の画像をフレームメモリ22に供給する。フレームメモリ22は、供給される1フレームの画像を記憶すると共に、その1フレーム前の画像をフレームメモリ23に供給する。このようにして、フレームメモリ21、22、23には、この順に、より新しいフレームの画像が記憶される。

【0032】 以下の説明は、フレームメモリ22が現フレームを記憶し、また、フレームメモリ21および23がそれぞれ、現フレームの後および前のフレームを記憶する場合を例として行う。

【0033】 なお、フレームメモリ21、22、23の記憶内容は、これに限定されるものではない。例えば時間的に2フレーム間隔の画像を記憶しても良い。また、連続する3フレームに限らず、5個のフレームメモリを設け、連続する5フレームの画像を記憶するようにしてもよい。さらに、フレームメモリに代えてフィールドメモリを使用することも可能である。

【0034】 フレームメモリ21、22、23にそれぞれ記憶されている後フレーム、現フレーム、前フレームの画像データは、動きベクトル検出部24、動きベクトル検出部25、第1領域切り出し部26および第2領域

切り出し部27に供給される。

【0035】 動きベクトル検出部24は、フレームメモリ22に記憶された現フレームの画像と、フレームメモリ23に記憶された前フレームの画像との間の注目画素についての動きベクトルを検出する。また、動きベクトル検出部25は、フレームメモリ22に記憶された現フレームの画像と、フレームメモリ21に記憶された後フレームの画像との間の注目画素についての動きベクトルを検出する。

【0036】 動きベクトル検出部24および25のそれぞれで検出された注目画素に関する動きベクトル(動き方向および動き量)は、第1領域切り出し部26および第2領域切り出し部27に供給される。動きベクトルを検出する方法としては、ブロックマッチング法、相関係数による推定、勾配法等を使用することができる。

【0037】 第1領域切り出し部24は、これに供給される各フレームの画像データから、動きベクトル検出部24、25で検出された動きベクトルを参照しながら、後述するような位置の画素を抽出し、抽出した画素値をノイズ成分検出部28に供給する。

【0038】 ノイズ成分検出部28は、第1領域切り出し部24の出力に基づいて、後述するように、ノイズ成分に係る情報を表現するクラスコードを発生し、発生したクラスコードを係数ROM29に供給する。このように、第1領域切り出し部24が抽出する画素は、クラスコードの発生のために使用されるので、クラスタップと称される。

【0039】 係数ROM29は、後述するような学習によって決定される予測係数をクラス毎に、より具体的にはクラスコードに関連するアドレスに沿って、予め記憶している。そして、係数ROM29は、ノイズ成分検出部28から供給されるクラスコードをアドレスとして受け、それに対応する予測係数を出力する。

【0040】 一方、第2領域切り出し部27は、フレームメモリ21、22、23がそれぞれ記憶している連続する3フレームの画像のデータから予測用の画素を抽出し、抽出した画素の値を推定演算部30に供給する。推定演算部30は、第2領域切り出し部27の出力と、係数ROM29から読み出される予測係数とに基づいて、以下の式(1)に示すような重み付け演算を行って、ノイズが除去された予測画像信号を生成する。このように、第2領域切り出し部27が抽出する画素値は、予測画像信号を生成するための重み付け加算において使用されるので、予測タップと称される。

【0041】

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (1)$$

ここで、 x_1, \dots, x_n が各予測タップであり、 w_1, \dots, w_n が各予測係数である。

【0042】 次に、図3を参照して、第1領域切り出し部26が行う処理について、より詳細に説明する。第1

領域切り出し部26は、図3に示すようなタップ構造によって指定される画素位置の画素を抽出する。ここでは、黒四角で示される画素がクラスタップとして抽出される。すなわち、現フレーム f_r から注目画素のみが

クラスタップとして抽出され、前フレーム f_{r-1} と、後フレーム f_r からは、注目画素に対応する1画素がそれぞれクラスタップとして抽出される。

【0043】すなわち、この例においては、前フレーム f_{r-1} 、現フレーム f_r 、後フレーム f_{r+1} のそれぞれにおいて、1画素のみが抽出されるタップ構造である。第1領域切り出し部26においては、動きベクトル検出部24および25によって検出された注目画素の動きベクトルが充分小さく、静止部分と判定される場合には、前フレーム f_{r-1} 、現フレーム f_r 、後フレーム f_{r+1} の各フレームにおける同一画素位置の画素がノイズ検出のためのクラスタップとして抽出する。したがって、処理対象の各フレーム内のクラスタップの画素位置は一定であり、タップ構造に変動は無い。

【0044】一方、注目画素の動きがある程度以上大きく、動き部分であると判定される場合には、第1領域切り出し部26においては、前フレーム f_{r-1} 、現フレーム f_r 、後フレーム f_{r+1} の各フレームから、画像上において対応する位置の画素をクラスタップとして抽出するために、動きベクトルに対応して抽出される画素位置の補正が行われる。後フレーム f_{r+1} の画像データから抽出する画素の位置は、動きベクトル検出部24で検出された動きベクトルによって補正され、前フレーム f_{r-1} の画像データから抽出する画素の位置は、動きベクトル検出部25で検出された動きベクトルによって補正される。

【0045】第2領域切り出し部27で切り出される予測タップについても、この例では、上述のクラスタップと同様のタップ構造が用いられる。そして、第2領域切り出し部27において、予測タップとして抽出される画素に対する動き補正も、上述と同様になされる。

【0046】このような動き補正の結果、第1領域切り出し部26によって抽出されるクラスタップは、複数フレーム間における画像上の対応画素となる。第2領域切り出し部27によって抽出される予測タップも、動き補正によって、複数フレーム間における画像上の対応画素となる。

【0047】なお、フレームメモリ数を増やし、3個に代わって例えば5個とし、例えば現フレームおよびその前後の2個ずつのフレームを記憶して、現フレームから注目画素のみを抽出し、前/後の2個ずつのフレームから注目画素に対応する画素を抽出するようなクラスタップ構造を使用しても良い。そのようにした場合には、抽出される画素領域が時間的に拡張されるので、より効果的なノイズ除去が可能となる。

【0048】ノイズ成分検出部28は、後述もするように、第1領域切り出し部26でクラスタップとして切り出された3フレームの画素の画素値の変動から、注目画素についてのノイズ成分のレベル変動を検出し、そのノイズ成分のレベル変動に応じたクラスコードを係数RO

M29に出力する。つまり、ノイズ成分検出部28は、注目画素のノイズ成分を、複数フレームについての注目画素の対応画素のレベル変動によってクラス分類し、その分類分けしたクラスのいずれであるかを示すクラスコードを出力する。

【0049】この実施の形態においては、ノイズ成分検出部28は、第1領域切り出し部26の出力について、ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) を行い、複数フレームに渡る注目画素の対応画素のレベル変動をADRC出力からなるクラスコードを発生する。

【0050】図4は、ノイズ成分検出部28の一例を示す。図4は、1ビットADRCによって、クラスコードを発生するものである。

【0051】ダイナミックレンジ検出回路281には、前述したように、フレームメモリ21、22、23のそれぞれから、現フレームの注目画素と、現フレームの前後のフレームの前記注目画素に対応する2個の画素との合計3個の画素が供給される。各画素の値は、例えば8ビットで表現されている。ダイナミックレンジ検出回路281は、3個の画素の中の最大値MAXと、最小値MINとを検出し、 $MAX - MIN = DR$ なる演算によって、ダイナミックレンジDRを算出する。

【0052】そして、ダイナミックレンジ検出回路281は、その出力として、算出したダイナミックレンジDRと、最小値MINと、入力された3個の画素のそれぞれの画素値Pxを、それぞれ出力する。

【0053】ダイナミックレンジ検出回路281からの3個の画素の画素値Pxは、減算回路282に順に供給され、各画素値Pxから最小値MINが減算される。各画素値Pxから最小値MINが除去されることで、正規化された画素値が比較回路283に供給される。

【0054】比較回路283には、ダイナミックレンジDRを1/2にするビットシフト回路284の出力($DR/2$)が供給され、画素値Pxと $DR/2$ との大小関係が検出される。画素値Pxが $DR/2$ より大きい時には、比較回路283の1ビットの比較出力が“1”とされ、そうでないときは、前記比較出力が“0”とされる。そして、比較回路283は、順次得られる3画素の比較出力を並列化して3ビットのADRC出力を発生する。

【0055】また、ダイナミックレンジDRがビット数変換回路285に供給され、量子化によってビット数が8ビットから例えば5ビットに変換される。そして、このビット数変換されたダイナミックレンジと、3ビットのADRC出力とが、クラスコードとして、係数ROM29に供給される。

【0056】上述したようなクラスタップ構造の下では、現フレームの注目画素と、その前後のフレームの対応画素との間では、画素値の変動が生じない、あるいは

小さいはずである。したがって、画素値の変動が検出される場合には、それはノイズに起因すると判定できる。

【0057】一例を説明すると、図5に示す例の場合には、時間的に連続した $t-1$ 、 t 、 $t+1$ の各フレームから抽出されたクラスタップの画素値が1ビットADRCの処理を受けることによって、3ビット【010】のADRC出力が発生する。そして、ダイナミックレンジDRが5ビットに変換されたものが出力される。3ビットのADRC出力によって、注目画素についてのノイズレベルの変動が表現される。

【0058】この場合、1ビットではなく、多ビットADRCを行うようにすれば、ノイズレベル変動をよりの確に表現することが可能となる。また、ダイナミックレンジDRを5ビットに変換したコードによって、ノイズレベルの大きさが表現される。8ビットを5ビットに変換するのは、クラス数があまり多くならないようにクリップするためである。

【0059】このように、ノイズ成分検出部28が生成するクラスコードは、この例の場合にはADRCの結果として得られる時間方向のノイズレベル変動に係る例えば3ビットからなるコードと、ダイナミックレンジDRの結果として得られるノイズレベルに係る例えば5ビットからなるコードとを含むものとされる。ダイナミックレンジDRをクラス分類に用いることにより、動きとノイズとを区別でき、また、ノイズレベルの違いを区別できる。

【0060】次に、学習、すなわち、係数ROM29に格納する予測係数を得る処理について、図6を参照して説明する。ここで、図2中の構成要素と同様な構成要素には、同一の参照符号を付した。

【0061】学習を行うために用いられる、ノイズを含まない入力画像信号（教師信号と称する）が、ノイズ付加部31、および正規方程式加算部32に供給される。

$$y_k = w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn} \quad (2)$$

($k=1, 2, \dots, m$)

$m > n$ の場合、予測係数 w_1, \dots, w_n は一意に決まらないので、誤差ベクトル e の要素 e_k を、以下の式

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (3)$$

($k=1, 2, \dots, m$)

そして、以下の式(4)によって定義される誤差ベクトル e を最小とするように予測係数を定めるようにする。すなわち、いわゆる最小2乗法によって予測係数を一意に定める。

【0067】

【数1】

$$e^2 = \sum_{k=0}^m e_k^2 \quad \dots (4)$$

ノイズ付加部31は、入力画像信号にノイズ成分を付加してノイズ付加画像（生徒信号と称する）を生成し、生成した生徒信号をフレームメモリ21に供給する。図2を参照して説明したように、フレームメモリ21、22、23には、時間的に連続する3フレームの生徒信号の画像がそれぞれ記憶される。

【0062】以下の説明は、フレームメモリ22が現フレームの画像を記憶し、また、フレームメモリ21および23がそれぞれ、現フレームの後および前のフレームの画像を記憶する場合を例として行う。但し、前述したように、フレームメモリ21、22、23の記憶内容は、これに限定されるものではない。

【0063】フレームメモリ21、22、23の後段においては、図2を参照して上述した処理とほぼ同様な処理がなされる。但し、ノイズ成分検出部28が発生するクラスコードおよび第2領域切り出し部27が抽出する予測タップは、正規方程式加算部32に供給される。正規方程式加算部32には、さらに、教師信号が供給される。正規方程式加算部32は、これら3種類の入力に基づいて正規方程式を解くための計算処理を行い、予測係数決定部33は、その計算処理結果からクラスコード毎の予測係数を決定する。そして、予測係数決定部33は、決定した予測係数をメモリ34に供給する。メモリ34は、供給される予測係数を記憶する。メモリ34に記憶される予測係数と、係数ROM29（図2）に記憶される予測係数とは、同一のものである。

【0064】次に、正規方程式について説明する。上述の式(1)において、学習前は予測係数 w_1, \dots, w_n が未定係数である。学習は、クラス毎に複数の教師信号を入力することによって行う。教師信号のクラス毎の種類数を m と表記する場合、式(1)から、以下の式(2)が設定される。

【0065】

(3)で定義する。

【0066】

【0068】式(4)の e^2 を最小とする予測係数を求めるための実際的な計算方法としては、 e^2 を予測係数 w_i ($i=1, 2, \dots$)で偏微分し(以下の式(5))、 i の各値について偏微分値が0となるように各予測係数 w_i を定めれば良い。

【0069】

【数2】

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^m 2 \left[\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right] e_k = \sum_{k=0}^m 2 x_{ki} \cdot e_k \quad \dots (5)$$

【0070】式(5)から各予測係数 w_i を定める具体的な手順について説明する。式(6)、(7)のように X_{ji} 、 Y_i を定義すると、式(5)は、以下の式(8)

$$X_{ji} = \sum_{p=0}^m x_{pi} \cdot x_{pj} \quad \dots (6)$$

$$Y_i = \sum_{k=0}^m x_{ki} \cdot y_k \quad \dots (7)$$

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

【0072】式(8)が一般に正規方程式と呼ばれるものである。予測係数決定部33は、上述した3種類の入力に基づいて、正規方程式(8)中の各パラメータを算出し、さらに、掃き出し法等の一般的な行列解法に従って正規方程式(8)を解くための計算処理を行って予測係数 w_i を算出する。

【0073】次に、ノイズ付加部31におけるノイズ付加を行うためには、例えば以下の①～のような方法を用いることができる。

【0074】コンピュータシミュレーションと同様にランダムノイズを発生させて入力画像信号に付加する。

【0075】入力する画像信号に対しRF系を介してノイズを付加する。

【0076】レベル変化が少ない平坦な画像信号と、かかる画像信号にRF系を介した処理を行うことによって得られる信号との間の差としてノイズ成分を抽出し、抽出したノイズ成分を入力画像信号に付加する。

【0077】平坦な画像信号にRF系を用いた処理を行うことによって得られる信号と、かかる信号をフレーム加算することによってノイズが除去されてなる画像信号成分との差としてノイズ成分を抽出し、抽出したノイズ成分を入力画像信号に付加する。

【0078】上述したクラス分類適応処理を用いたノイズ除去回路12は、画像信号からノイズを除去するためクラス分類適応処理を行うに際し、例えば注目画素および注目画素に対応する画素等をクラスタップとして抽出し、クラスタップのデータに基づいてフレーム間でのノイズレベルの変動を検出し、検出したノイズレベルの変動に対応してクラスコードを生成するようにしたものである。

【0079】そして、フレームの間の動きを推定し、推

の行列式の形に書くことができる。

【0071】

【数3】

定した動きを補正するように、ノイズ成分の検出処理に使用すべき画素(クラスタップ)と予測演算処理に使用すべき画素(予測タップ)を抽出する。そして、ノイズ成分を反映したクラス情報毎に、予測タップと予測係数との線形1次結合によって、ノイズ除去された画像信号を算出する。

【0080】したがって、ノイズ成分のフレーム間変動に的確に対応する予測係数を選択することができるので、そのような予測係数を使用して推定演算を行うことにより、ノイズ成分の除去を良好に行うことができる。

【0081】そして、動きがある場合にもノイズレベルが正しく検出でき、ノイズ除去が可能となる。特に、図7を参照して説明した動き適応リカーシブフィルタのように動き部分を静止部分であると誤判定することが要因となって画像にボケが生じること、を回避することができる。

【0082】さらに、フレーム内において空間的な広がりがないクラスタップ構造、例えば現フレームから注目画素のみが抽出され、現フレームに対して時間的に前／後にあるフレームから注目画素に対応する画素が抽出されるようなタップ構造をクラスタップおよび／または予測タップとして用いる場合には、空間方向のぼけ要因が処理に影響を与えることを回避することができる。すなわち、例えばエッジ等の影響により、出力画像信号中にぼけが生じることを回避できる。

【0083】このように、クラス分類適応ノイズ除去回路12では、画像の静止、動きに依存せずに、ノイズ除去が行われるが、完全な静止部分に関しては、長いフレームの情報を蓄積することができる動き適応リカーシブフィルタには劣る。

【0084】この発明においては、前述したように、静

止部分では、動き適応リカーシブフィルタの出力を選択出力し、動き部分では、クラス分類適応ノイズ除去回路の出力を選択出力するので、画像の動き部分、静止部分のいずれにおいても、良好にノイズ除去がなされた画像信号出力が得られる。

【0085】なお、クラス分類適応除去回路の説明における第1領域切り出し部26および第2領域切り出し部27でのクラスタップおよび予測タップは、一例であって、これに限るものでないことは言うまでもない。また、上述の説明では、クラスタップと予測タップの構造は同じものとしたが、両者は、同じ構造としなくてもよい。

【0086】また、ノイズ成分検出部28は、上述の説明では、1ビットADRCのエンコード回路を用いたが、上述したように多ビットADRCのエンコード回路としてもよいし、また、ADRC以外の符号化回路を用いるようにしてもよい。

【0087】さらに、以上の説明においては、動き適応リカーシブフィルタ11の出力と、クラス分類適応ノイズ除去回路12の出力との選択は、画素単位に行うように説明したが、画素単位ではなく、所定個数の画素からなる画素ブロックやオブジェクト単位、さらには、フレーム単位で、選択を行うようにしてもよい。それらの場合には、静動判定回路においては、選択単位で静動判定を行う。

【0088】また、以上の例では、一つの動き適応リカーシブフィルタの出力と、一つのクラス分類適応除去回路の出力との2者択一の選択としたが、動き適応リカーシブフィルタおよび/またはクラス分類適応処理によるノイズ除去回路を複数個設け、それらから、出力画像信号を選択するようにすることもできる。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、静止部分では、動き適応リカーシブフィルタなどの静止部分についてのノイズ除去効果大きい第1のノイズ除去回路の出力を選択出力し、動き部分では、クラス分類適応ノイズ除去回路などの動き部分でのノイズ除去が可能な第2のノイズ除去回路の出力を選択出力するので、画像の動き部分、静止部分のいずれにおいても、良好にノイズ除去がなされた画像信号出力が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明によるノイズ除去装置の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】実施の形態に用いられるクラス分類適応ノイズ除去回路の構成例を示す図である。

【図3】クラス分類適応ノイズ除去回路の説明のための図である。

【図4】クラス分類適応ノイズ除去回路の一部を構成するノイズ成分検出回路の構成例を示す図である。

【図5】図3のノイズ成分検出回路の構成例の説明のための図である。

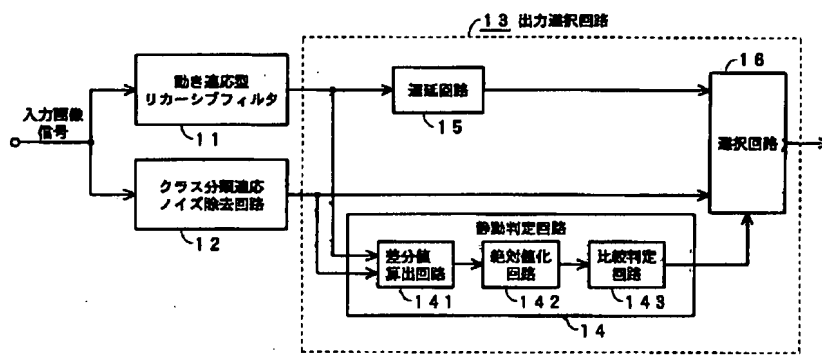
【図6】クラス分類適応ノイズ除去回路に用いられる係数データの作成方法を説明するための図である。

【図7】動き適応リカーシブフィルタの構成例を示す図である。

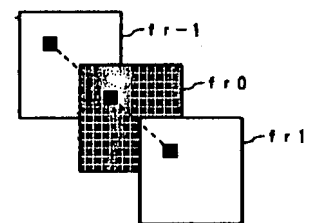
【符号の説明】

1、4…振幅調整用のアンプ、2…加算回路、3…フレームメモリ、5…減算回路、6…絶対値化回路、7…しきい値処理回路、8…重み係数発生回路、11…動き適応リカーシブフィルタ、12…クラス分類適応ノイズ除去回路、13…出力選択回路、14…静動判定回路

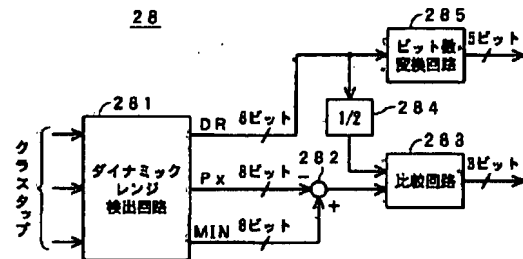
【図1】



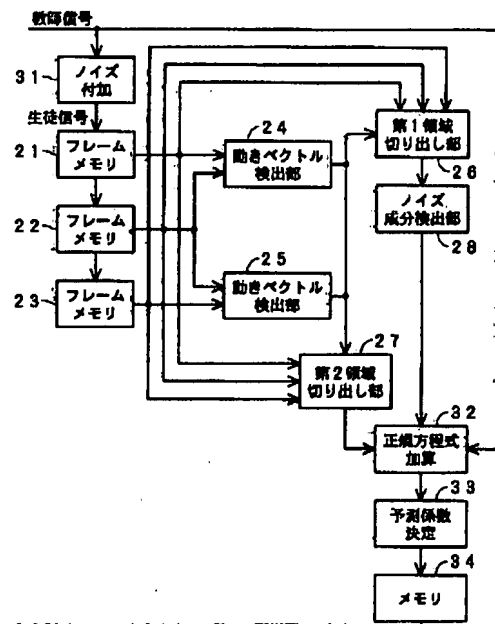
【図3】



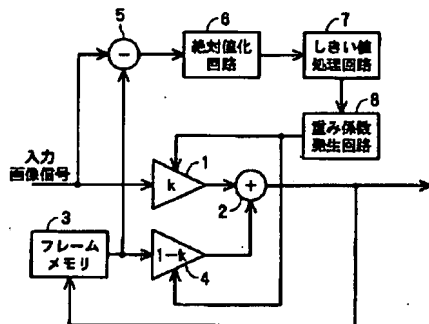
【图4】



【図6】



【図7】



F ターム(参考)

5C021	PA57	PA66	PA67	PA79	RA01
	RB06	YA01			
5C059	KK01	LA00	MA28	NN01	NN23
	PP04	TA80	TB04	TC02	TC05
	TC13	TD02	TD05	TD11	TD13